

PAQUIMÉ. INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y ASTRONÓMICO MESOAMERICANO



¹Alberto Camacho, ²Bertha Ivonne Sánchez
camachoalberto@hotmail.com, ivonne_mx_2000@yahoo.com

¹Instituto Tecnológico de Chihuahua II

²Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez

Reporte de investigación

Resumen

En esta comunicación se hace referencia al estudio de la práctica de la construcción de centros ceremoniales mesoamericanos, con la finalidad de relacionarla con la propia construcción del llamado Montículo de la Cruz en el sitio arqueológico Paquimé, al noroeste del estado de Chihuahua, México. El montículo fue un observatorio astronómico formado por un basamento de 15 metros de largo por 13.70 metros de ancho orientado originalmente al Norte Geográfico. Para su edificación se siguió una norma de naturaleza astronómica que le relaciona principalmente con los solsticios estacionales, actividad ampliamente desarrollada por las culturas mesoamericanas. Utilizando un modelo geométrico elemental sustentado en la regla de oro de Fibonacci, fue posible corroborar que el montículo fue diseñado, trazado y construido con la misma proporción calendárica que los templos mesoamericanos.

Palabras clave: *Montículo de la Cruz, Mesoamérica, solsticio, receptáculos.*

1. INTRODUCCIÓN

La concepción del mundo de los antiguos mesoamericanos incorporaba dos actividades fundamentales que forman una base común en todas estas culturas, una de ellas fue la determinación de las conjunciones del Sol con algunos de los astros conocidos como Venus y Marte. Las conjunciones se determinaban a partir del conteo de los días que tardaban los astros en eclipsar y permitieron establecer calendarios astronómicos que daban significado a la vida misma de los grupos. Otra de ellas fue la construcción de observatorios astronómicos y centros ceremoniales, con los que lograron tener cierto control del tiempo. Esa actividad tenía como eje central una práctica social asociada a la cosmovisión multicultural (Broda, 1996, citada por Zuckerhut, 2007), cuya técnica específica consistía en el trazado de dos ejes perpendiculares sobre los cuales se establecían receptáculos que recibían la salida y puesta del Sol en las diferentes estaciones temporales. El diseño y construcción de los ejes perpendiculares de estos centros, fue una actividad fundamental cuya geometría de soporte aún hoy día se desconoce.

En todos los casos los receptáculos diferían en la forma: templos, pirámides, altares, cruces, etc. El objetivo principal en ambas actividades consistía en reconocer racionalmente la estructura de la circulación del tiempo, lo cual en diferentes épocas se convirtió en una actividad obsesiva e intensa, que llegó a ser configurada de diferentes maneras. Este desvelo por el paso del tiempo tenía por origen determinar si los días eran o no favorables para la siembra, la cosecha, el matrimonio, la cacería y otras actividades.

Para las culturas del Norte de México, como la de Paquimé, alejadas más de 1500 kilómetros del núcleo mesoamericano, pareciera que su influencia en la construcción de receptáculos no hubiera existido. Lejos de ello, hoy se puede afirmar que Paquimé fue una extensión importante de grupos culturales del Sur cuyo legado astronómico se puede estudiar en la actividad de

construcción de los centros ceremoniales que en el sitio todavía existen, cual es el objetivo del presente trabajo.

2. MARCO TEÓRICO

Se han tomado como referencia de investigación un ícono fundamental de la cultura Paquimé, el llamado Montículo de la Cruz, un basamento de 15 metros de largo en forma de cruz con cuatro satélites en los extremos, signo representativo del sitio. Esta representación contiene símbolos que relacionan la astronomía con conocimientos geométricos elementales, a la vez que se corresponden con aquellos de las culturas mesoamericanas. En cuanto a los íconos mesoamericanos, se hicieron corresponder las proporciones del Montículo de la Cruz con algunos centros ceremoniales del Sur de México.

El interés se centra en reconocer la práctica social ejercida para el diseño, trazo y construcción de observatorios astronómicos, para lo cual se hace énfasis en un modelo geométrico que involucra las proporciones calendáricas del movimiento de los astros, ampliamente estudiadas y utilizadas por los mayas y los aztecas, entre otros. Para el reconocimiento de la práctica se hace uso del concepto de *representación social*, vista ésta como el reflejo interior de la concepción del mundo de los grupos, exteriorizado en la multiplicidad de símbolos que actualmente les sobreviven (Sánchez y Camacho, 2011).

3. EL SITIO DE PAQUIMÉ

Paquimé está situado al noroeste del estado de Chihuahua, México, y de acuerdo a la declaración de 1998 de la UNESCO, es considerado uno de los centros arqueológicos que forman parte del Patrimonio Mundial de la Humanidad. Su ubicación geográfica le coloca entre los grupos que pertenecieron a la región conocida como Aridoamérica, ubicada entre el trópico de cáncer y el paralelo 38° Norte, que se caracteriza por un clima seco y caluroso poco apropiado para la agricultura. El caserío del sitio es englobado en cerca de 50 hectáreas, y contiene alrededor de 2000 habitaciones de varios pisos, cuya delimitación prevé una traza urbana irregular, con una diferenciación de sitios ceremoniales donde destaca un basamento que incluye un montículo rectangular en forma de cruz —Montículo de la Cruz— (véase este último en la parte superior de la fotografía satelital de la Figura 2), también conocido como Observatorio Astronómico, así como dos canchas para el juego de pelota. Según la información oficial, el asentamiento prehispánico dio lugar en el año 700 d.C., y fue atacado, saqueado e incendiado, por tribus nómadas alrededor del año 1340 d.C., año, este último, que indica su desaparición.

4. EL MONTÍCULO DE LA CRUZ

Según Ávila (2002, p. 28) “los edificios ceremoniales (mesoamericanos) se orientaban generalmente según los puntos cardinales y se colocaban alrededor de enormes espacios abiertos”, como es el caso de Monte Albán y el Tajín. No obstante, otros centros ceremoniales fueron orientados a partir de los ejes solsticiales y equinocciales: “(...) estas estructuras son en la mayoría de los casos orientadas en relación a las salidas o puestas de sol en días específicos del ciclo solar” (Broda, 1993), como es el caso de los observatorios de Uaxactún, en Guatemala y el observatorio del Caracol en Chichén Itzá en Yucatán. El asunto de los solsticios atendía la necesidad de tener control del año ritual de 260 días que ayudaba a ajustar el trabajo agrícola a los ciclos naturales de las estaciones, mientras que la orientación con los ejes cardinales de los observatorios obedece más a una postura de carácter arquitectónica sujeta también al modelo solsticial. El modelo de observación solsticial de la Figura 1 se refiere al observatorio de Uaxactún, el cual fue estudiado por Morley (1964) y es considerado un clásico que ha encaminado en el estudio de este tipo de observatorios.

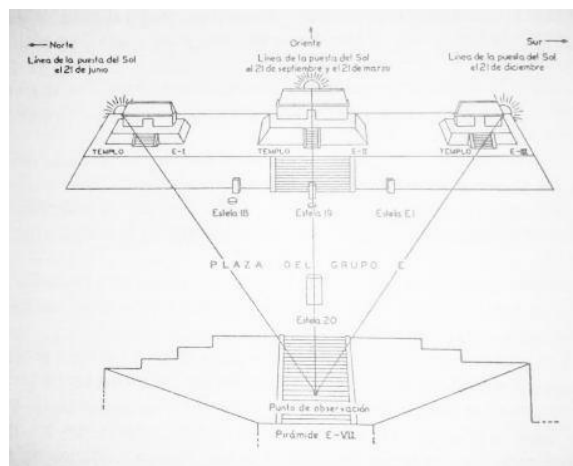


Figura 1. Salida y puesta del sol en el observatorio de Uaxactún. Las referencias solsticiales y equinocciales son tres templos o pirámides.

El eje E-O establece el eje solsticial, siendo el eje perpendicular N-S el que corresponde a los equinoccios, además de la rigurosa simetría que guarda la disposición de los edificios. Como se puede ver en la imagen de la Figura 1, enfrente de la plataforma se encuentra otra pirámide, la E-VII, sobre cuyas escalinatas se ubica el punto de observación. Según Garcés (1980, p. 214):

El 21 de junio (solsticio de Verano), el Sol se ponía detrás del ángulo frontal izquierdo del templo norte E-I; en los equinoccios de Primavera y de Otoño el 21 de marzo y el 21 de septiembre se ocultaba detrás del templo del medio, en tanto que en el solsticio de Invierno, el 21 de diciembre, lo hacía en ángulo frontal derecho del templo E-III. El eje central entre los dos templos frontales pasa por las Estelas 20 y 19.

El Montículo de la Cruz fue efectivamente un observatorio solsticial y equinoccial diseñado bajo el mismo concepto que los observatorios mesoamericanos referidos anteriormente. El montículo se edificó al norte del caserío sobre una parte plana y alta del terreno, desde la cual se domina todo el sitio, se encuentra a flor de tierra y tiene una altura promedio de 0.64 m. Para su edificación se involucraron materiales elementales, sin utilizar mortero o cal y, además, desde su origen el eje vertical fue orientado al Norte Geográfico.



Figura 2. Imagen satelital del sitio Paquimé. Obsérvese que el Montículo de la Cruz, al norte del sitio, tiene cierta orientación al Norte Geográfico.

En cuanto a su diseño, los ejes principales de la cruz miden 13.7 metros el N-S por 15 metros el E-W. En la punta de cada eje cardinal aparecen basamentos circulares que aparentemente muestran la posición estacional del Sol tanto en el eje E-W como en el N-S. El eje E-O tiene un ancho de 3.90 m. en tanto que el que corresponde al N-S lo es de 1.72 m. En promedio los círculos de cada extremo cuentan un diámetro de entre 6.90 y 7.50 metros. El eje N-S se encuentra ligeramente desviado de la vertical hacia el SE, en lo que correspondería al Sur franco, incluso el eje E-W se ve ligeramente desviado, como se puede corroborar en la fotografía satelital de la Figura 2. Habrá que destacar que a lo largo de los años el montículo ha sido remozado en sus paredes laterales, de manera que las longitudes actuales cuentan con ligeras modificaciones.

La cruz de Paquimé es muy semejante a otras que se han encontrado en diversas regiones mesoamericanas, por ejemplo las tres primeras que se muestran en la Figura 3. Estas representaciones son dispuestas en cuatro cuadrantes cardinales los cuales forman un rectángulo, como se aprecia en las imágenes segunda y tercera, por la banda E-O transita el Sol durante el año, mientras que por la N-S se presentan los fenómenos equinocciales.

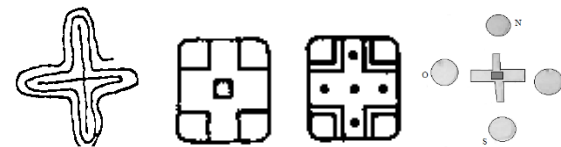


Figura 3. Imagen izquierda, Petroglifo de El Tecomate Sinaloa, México, en <http://rupestreweb.tripod.com/venus.html>; segunda y tercera imágenes, representaciones solsticiales en glifos mayas según se aprecian en el código Dresden (Garcés, 1982, p. 81). Al final, a la derecha, la Cruz de Paquimé.

Según Mora (1984), citado en (Cedeño, 1998), el estudio que este último realizó sobre el montículo de Paquimé, alrededor de los años ochenta del siglo pasado:

(...) reveló una serie de proporciones entre las que recurren de manera importante aquéllas cercanas al cociente de los diferentes ciclos calendáricos, como por ejemplo: $\frac{584}{365} = 1.6 = \sqrt{3}$; $\frac{365}{260} = 1.4 = \sqrt{2}$ y $\frac{584}{260} = 2.23 = \sqrt{5}$. Ahora bien, en el juego de proporciones entre ciclos calendáricos a que se ha hecho alusión más arriba, la unidad corresponde al ciclo de 260 días, el año solar por tanto equivaldría a la diagonal del cuadrado o 1.4 y el ciclo de Venus a la raíz cuadrada de 5. Además, si consideramos el año solar como la unidad, entonces el ciclo de Venus equivaldría a la proporción *fi* o número áureo: 1.618.

Lo cierto es que Mora encontró una buena aproximación entre las proporciones de los ciclos calendáricos y los valores de las raíces de 2, 3 y 5, más ello no significa que los antiguos mesoamericanos conocieran explícitamente los resultados de esas cantidades, como lo menciona Cedeño en algún apartado de su reporte, además de que Mora contempla la utilidad de dichas raíces considerándoles diagonales de los cuadrados unitario y doble en el diseño original de los templos y observatorios, lo cual en la práctica de la modelación geométrica de estos centros resulta complicado. No obstante, y como se verá enseguida, son las relaciones calendáricas asociadas con la conocida razón de oro de Fibonacci, las que permiten modelar geoméricamente el diseño de los observatorios mesoamericanos.

Si con la idea de las proporciones calendáricas se verifican las relaciones entre las longitudes de los rectángulos que determinan algunos de los centros ceremoniales mesoamericanos conocidos, como por ejemplo el de Zempoala, que se aprecia en la Figura 4, tendríamos los siguientes valores, para la Plataforma (rectángulo externo): $\frac{67}{40} = 1.6 = \frac{584}{365}$ —relación Venus-Sol— para el Templo Mayor: $\frac{45}{31} = 1.4 = \frac{365}{260}$ —relación Sol-año ritual— y para el Templo de las Chimeneas: $\frac{22}{15} = 1.4 = \frac{365}{260}$ —relación Sol-año ritual— resultados estos últimos que efectivamente indican cierta veracidad con las proporciones calendáricas.

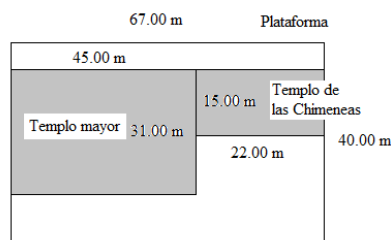


Figura 4. Planta del centro ceremonial de Zempoala.

Enseguida se ha construido un rectángulo de Fibonacci a partir de un cuadrado de lado dos, como sugiere Mora, resultando el que aparece en la Figura 5, con las longitudes que ahí se muestran. El rectángulo se dibujó partiendo el cuadrado doble por la mitad y, haciendo centro en ese punto medio, se trazó enseguida el semicírculo que se muestra —el proceso que se siguió es el mismo con el que se llega a la conocida como razón de oro— El rectángulo así trazado tiene por lados los valores $\sqrt{5} + 1$ y 2, siendo la relación entre ambos la proporción áurea: $\frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1.618$, que se corresponde con la proporción que guardan las longitudes de los lados de la plataforma del centro ceremonial de Zempoala, es decir: $\frac{67}{40} = 1.6$, toda vez que estos últimos se relacionan con las proporciones del ciclo calendárico ya mencionado de Venus respecto al Sol: $\frac{584}{365} = 1.6$.

Por otra parte, si el semicírculo que se trazó desde el punto medio del cuadrado doble de la Figura 5, solamente tocara los extremos de éste último en su parte inferior, se puede así construir otro rectángulo cuyos lados sean $\sqrt{5}$ y 2, con una diagonal de longitud 3, como el que se muestra en la segunda imagen de la Figura 6. En este caso $\sqrt{5}$ está en proporción con el ciclo calendárico de Venus y el año ritual de 260 días, es decir: $\frac{584}{260} = 2.24$, siendo que $\sqrt{5} \approx 2.24$.

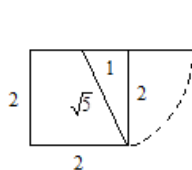


Figura 5. Construcción del rectángulo de Fibonacci cuyos lados se encuentran en la proporción aurea de 1.618.

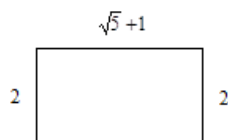


Figura 6. Construcción del rectángulo en el cual $\sqrt{5}$ se encuentra en proporción con el ciclo calendárico de Venus y el año ritual de 260 días.

Lo interesante de este último rectángulo, es que modela con muy buena precisión a las cruces mesoamericanas que se aprecian en la Figura 3, las cuales son semejantes con la cruz de Paquimé. Para verificarlo, se dejó el lado menor del rectángulo que forman cada una de ellas con una longitud de tamaño dos —independientemente de la escala a la que originalmente se hayan diseñado— de manera que la longitud del lado restante se aproxima al valor de $\sqrt{5} \approx 2.236$, obsérvese esto último en las primeras tres imágenes de la Figura 7. La proporción que guardan ambos lados del rectángulo es de $\frac{2.236}{2} = 1.11$. En el caso de los lados más anchos de la segunda y tercera cruces, estos miden 0.90 cm. por 0.666 cm., los lados más delgados, cuya proporción es de $\frac{0.9}{0.666} = 1.35$, que viene a ser la misma entre la diagonal 3 del rectángulo y el lado $\sqrt{5}$, es decir: $\frac{3}{\sqrt{5}} = 1.34$.

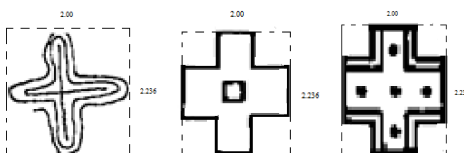


Figura 7. Alojamiento de las cruces semejantes a la de Paquimé en el rectángulo de lados $\sqrt{5}$ y 2.

En la misma proporción que las cruces anteriores se encuentra la de Paquimé. Como vimos, esta última mide 15 por 13.7 metros, cuya proporción arroja $\frac{15}{13.7} = 1.094$, muy semejante a la citada de $\frac{2.236}{2} = 1.11$, obsérvese la proporción en la imagen de la Figura 8. Además, se guarda la proporción entre el ancho de ambos ejes con el ciclo calendárico de Venus y el año ritual de 260 días, es decir: $\frac{3.9}{1.72} \approx \frac{584}{260} = 2.24$.

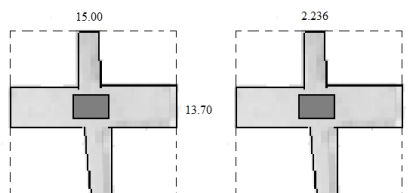


Figura 8. La cruz de Paquimé alojada en el rectángulo de lados $\sqrt{5}$ y 2.

5. CONCLUSIONES

Como se ha visto, los observatorios astronómicos mesoamericanos cumplían una función ritual del control del tiempo, no obstante, los fenómenos solsticial y equinoccial que el Sol perfilaba en los pirámides, cruces y otros receptáculos, cambiaba cada que concluía el ciclo de rotación de este astro, por lo que al inicio de uno nuevo las construcciones se tenían que alinear de nueva cuenta, lo que explica el por qué algunas obras tienen agregados basamentos o contrafuertes. Esta regulación aparece en numerosos receptáculos, como en el templo de Tláloc en Teotihuacán — cuenta hasta con cuatro cuerpos superpuestos en el templo principal— el templo del dios del Aire en Zempoala —éste último denota superposiciones de otros edificios más antiguos—, en los templos de los Guerreros —en su interior contiene la construcción de otro más remoto— y el de Kukulcán en Chichén Itzá —su actual estructura encubre otro templo primitivo—, así como en la pirámide de Tenayuca, al norte de la Ciudad de México —la pirámide cuenta con una superposición de hasta ocho edificios de diferentes períodos sucesivos— entre otros.

En el caso de la Cruz de Paquimé, al parecer las regulaciones realizadas para asegurar el fenómeno solsticial y equinoccial en diferentes épocas, hicieron que los sacerdotes modificaran la traza original del mismo, así como aquellas de las plataformas circulares, sin que previnieran en el nuevo basamento las condiciones de trazado y alineación de origen. Con todo y las modificaciones que se hubieran realizado, la salida del Sol ocurre actualmente por el Este franco del montículo el 21 de marzo y el 21 de septiembre. En el cruce de ambos ejes se encuentra una piedra plana rectangular de poco espesor que mide 2.04 por 1.65 metros, en la que se supone se colocaba el observador (Figura 8). La proporción entre ambos lados de la piedra: $\frac{2.04}{1.65} = 1.236$, es exactamente igual al valor de la extensión del lado de medida 2 del rectángulo de Fibonacci que se construyó con el cuadrado doble en la Figura 5, esa extensión corresponde a $\sqrt{5} - 1 = 1.236$, siendo que estos últimos lados están en proporción con el ciclo de Venus y el año calendárico de 365 días, es decir: $\frac{2}{\sqrt{5}-1} \gg \frac{584}{365} = 1.6$.

Las configuraciones geométricas contenidas en el Montículo de la Cruz no son casuales y fueron previamente prediseñadas en planos de ingeniería semejantes a los que utilizan en la actualidad los topógrafos, en tanto que los trazos correspondientes para la ubicación de los cajones sobre los que descansa, pudieron haberse realizado de manera parecida a la construcción de los rectángulos que se diseñaron en las Figuras 5 y 6. Con las debidas reservas, este punto de vista se puede generalizar para el diseño y construcción de los centros ceremoniales mesoamericanos.

6. REFERENCIAS

- Ávila A. Rosa M. (2002). *Los pueblos mesoamericanos*. México: Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional.
- Broda, Johana (1993). Astronomical knowledge, calendarics and sacred geography in ancient Mesoamerica. En Clive L. N. Ruggles y Nicholas J. Saunders (eds.), *Astronomies and Cultures*, University Press of Colorado, pp.253-295.
- Cedeño, Jaime (1998). Cosmología y arquitectura. El caso de la Cultura de las Mesas. México: Dimensión Antropológica, Vol. 12. En: http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?page_id=4947. Consultado el 15 de julio de 2012.
- Garcés, C. Guillermo (1982). *Pensamiento matemático y astronómico en el México precolombino*. México: Instituto Politécnico Nacional.

- Mora E, Jesús I. (1984). Prácticas y conceptos prehispánicos sobre el espacio y tiempo: A propósito del calendario ritual mesoamericano. México: *Boletín de Antropología Americana*, núm. 9, pp. 5-46.
- Morley, S. (1964). *La civilización Maya*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez, B. I., y Camacho, A. (2011). *Función matemática. El concepto entre los docentes a través de representaciones sociales*. Saarbrücken: Académica Española.
- Zuckerhut, Patricia. 2007. *Cosmovisión, espacio y género en México antiguo*. En: *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, Vol. 21 No 38, pp. 64-85.